

*Надійшла до редколегії 02.06.2013*

УДК 631.3; 631.311; 631.6

**Вдосконалення агрегату для розкидання мінеральних добрив / Прасолов Є. Я., Педора С. В., Бочарова Я. А.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 38 (1011). – С.26-33. – Бібліогр.: 11 назв.

Приведен анализ конструкций агрегатов для разбрасывания минеральных удобрений. Выполнены теоретические исследования движения частицы удобрений в рассеивающем аппарате, которые легли в основу усовершенствованной конструкции. Описана предложенная конструкция и обоснована целесообразность ее использования.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, дозирующее устройство, рассеивающий аппарат, равномерность внесения удобрений.

Analysis of known designs of mechanisms for dispersal of fertilizer particles is given in this article. Theoretical research of removing fertilizer particles in the apparatus for dispersion in order to optimize design and technological parameters of aggregate is carried out. Based on the research improved design of the apparatus for dispersion fertilizer particles is proposed. This design provides improving operating procedure.

**Keywords:** mineral fertilizer, apparatus for dispersion, regularity of fertilizer application.

УДК 629.463.001.63

**О. В. ФОМІН**, канд. техн. наук, доц., ДонІЗТ, гол. констр., ПрАТ «ДМЗ», Донецьк

## **ВПРОВАДЖЕННЯ КРУГЛИХ ТРУБ В ЯКОСТІ СКЛАДОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ РАМ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

В статті представлено результати проведених робіт з розгляду можливості та доцільності впровадження у якості елементів рам вантажних вагонів труб круглого перерізу.

**Ключові слова:** вантажний вагон, рама, труби круглого перерізу.

**Вступ.** Залізничний транспорт відіграє важливу роль у розвитку національної економіки, є основою при здійсненні виробничих зв'язків між окремими регіонами та країнами. Це визначає особливі вимоги до сучасного рухомого складу, найбільш чисельна та вагома частка якого належить вантажним вагонам [1].

Парк вантажних вагонів об'єднує універсальні, спеціальні та ізотермічні типи вагонів [2, 3]. В свою чергу до універсальних вагонів відносяться: криті, напіввагони, вагони-платформи, які призначені для перевезення широкої номенклатури насипних, штучних та штабельних вантажів; до парку спеціальних вагонів належать: вагони-цистерни, вагони-хопери, вагони-думпкари, бункерні напіввагони, вагони-транспортери, які призначені для перевезення окремих вантажів або груп вантажів; до ізотермічних відносяться: рефрижераторні вагони та секції, вагони-термоси, які використовуються для перевезення швидкопсувних вантажів. Також вагонний парк розділяють на вагони для загальносітьового користування та внутрішньозаводського (без права виходу на магістральні залізниці). Вимоги до внутрішньозаводських вагонів значно менші ніж до тих що мають право виходу на шляхи загального користування.

На сьогоднішній день за оцінками фахівців вантажний парк вагонів країн СНД складається більш ніж на 60% із морально застарілих їх моделей які експлуатуються

© О. В. ФОМІН, 2013

на грані призначеного терміну служби. Зазначене визначає необхідність оновлення парку вантажних вагонів. При цьому зі сторони учасників життєвого циклу вагонів постійно зростають вимоги до їх техніко-економічних та експлуатаційних показників (ТЕЕП) і вони віддають перевагу при здійсненні закупівель або орендуванні вагонів конкурентоспроможним їх моделям з сучасним рівнем ТЕЕП. Для задоволення таких потреб та гідного конкурування на ринку транспортних послуг виробниками вантажних вагонів проводяться науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи з метою створення моделей вантажних вагонів з конкурентоспроможним рівнем ТЕЕП. Проведені дослідження [4] засвідчили доцільність спрямування наукового пошуку на відшукування та реалізацію конструкційних резервів з поліпшення ТЕЕП вагонів, наприклад за рахунок зниження матеріалоємності конструкцій кузовів вантажних вагонів або поліпшення їх динамічних властивостей. Перспективним напрямком реалізації зазначеного завдання є впровадження у елементи несучих систем вагонів профілів, які будуть забезпечувати зниження загальної матеріалоємності їх конструкцій при виконанні умов міцності.

Головним несучим елементом вантажних вагонів є рама в якості основних складових елементів якої можна виділити: хребтову, проміжні та поздовжні, шворневі, лобові (кінцеві) балки. При цьому на сьогоднішній день до несучих елементів вантажних вагонів висувуються наступні вимоги: вони повинні бути виготовлені із сталей підвищеної міцності згідно ГОСТ 19281, з гарантією зварюваності:

- хребтова балка повинна бути виготовлена із сталі марок 09Г2С, 10Г2Б або 10Г2БД ГОСТ 19281 або 12Г2ФД по ТУ 14-1-5391, класу міцності не нижче 390, категорії зварюваності не нижче 14;

- інші несучі елементи рами повинні бути виготовлені із сталі марок 09Г2, 09Г2Д, 09Г2С, 09Г2СД, 10ХНДП по ГОСТ 19281 або 12Г2ФД, класу міцності не нижче 390, категорії зварюваності не нижче 14.

Разом з цим до освоєння металургійними підприємствами металопрокату з класом міцності не менше 390 допускається використання сталей з класом міцності не менше 345.

Результати аналізу перспективних для вагонобудування профілів [4, 5] та також досвіду інших галузей машинобудування вказали на доцільність розгляду питання впровадження труб круглого (рис.1) перерізу в якості несучих складових вагонів.

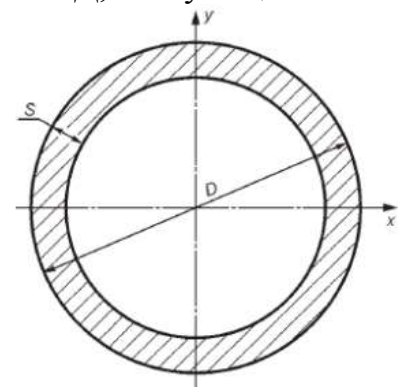


Рис. 1 - Переріз круглої труби

У роботі [5] представлені результати та особливості проведених досліджень з впровадження труб круглого перерізу в якості складових елементів кузовів вантажних вагонів, які підтвердили правильність та перспективність такого напрямку. Проте аналіз спеціально-технічної літератури засвідчив відсутність інформації з проведення аналогічних робіт для складових елементів рам вантажних вагонів.

**Мета статті та викладення основного матеріалу.** В статті представлено особливості та результати проведених досліджень з впровадження круглих труб у якості несучих елементів рам залізничних вантажних вагонів. Розглянуто приклад

застосування труб замість існуючого виконання хребтових балок базових конструкцій вантажних вагонів та наведено відповідний прототип рами спеціалізованого глухонного напіввагону.

Процедуру впровадження круглих труб представлено у роботі [3] з виділенням трьох основних етапів. Перший етап присвячено визначенню допустимого значення моменту опору перерізу впроваджуваної труби. На другому етапі проводяться роботи з визначення оптимальних (характеризуються мінімальною матеріалоємністю при виконанні умов міцності) значень діаметру  $D^*$  (рис.1) та товщини стінки  $S^*$  труби, в умовах конструкційних обмежень. І на третьому етапі підбирається існуюче виконання труби із відповідного сортаменту (наприклад з [6]).

При аналізі існуючих виконань рам вантажних вагонів [2, 3] було з'ясовано, що їх головний несучий елемент – хребтова балка в основному виконується з:

- рис.2а двох зварювальних між собою Z-подібних профілів №31 (ГОСТ 5267.3),
- рис.2б двотаврів №45, №55, №60 (ГОСТ 8239) з накладками 450x12мм;
- рис.2в швелерів №30В (ГОСТ 8240) і 300x100x11 з накладками 500x8мм.

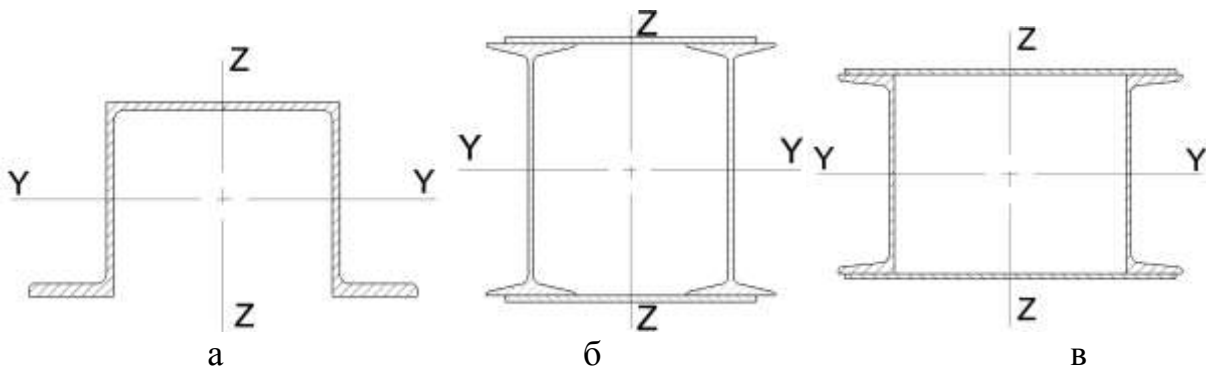


Рис.2 - Перерізи хребтових балок вантажних вагонів з основними елементами :  
А - Z-подібні профілі, б - двотаври, в - швелери

При дослідженні вище представлених виконань хребтових балок були визначені їх основні характеристики, які наведено у таблиці 1. Також у таблиці 1 представлені головні характеристики основних елементів рам залізничних спеціалізованих глухонних напіввагонів, які обрано для розгляду доцільності застосування круглих труб у якості несучих елементів. Такий вибір пояснюється тим, що спеціалізовані напіввагони з глухими кузовами, створені для перевезення масових сипких вантажів в замкнутих маршрутах з вивантаженням на вагоноперекидачах, значно ефективніші, ніж універсальні, використовувані для цих же цілей. Це пояснюється тим, що в спеціалізованих напіввагонах при перевезеннях скорочуються втрати сипкого вантажу (до 12 %), знижуються капітальні витрати на виготовлення вагонів (до 15 %), зменшуються собівартість перевезень (до 14 %) при однаковій вісності і витратах на ремонт і технічне обслуговування кузовів в експлуатації.

У табл. 1 поряд з характеристиками існуючих виконань елементів рам вантажних вагонів представлені розрахункові значення їх аналогів із круглих труб, які були отримані за допомогою запропонованого та описаного у роботі [7] підходу.

Таблиця 1 - Розрахункові значення елементів рам вантажних вагонів та їх аналогів із круглих труб

№ п/п	Назва конструкційного елементу	Момент опору елементу, $\text{см}^3$	Площа перерізу, $\text{см}^2$	Погонна маса, кг/м пог.
1	Два зварювальних між собою Z- подібні профілі №31	$W_z = 1994,35$	172,23	133,04
2	Аналог із круглої труби (D=620мм, S=7мм)	$W_{x,y} = 2002,14$	132,41	103,94
3	Двотаври №45	$W_y = 4747,49$	276,83	217,31
4	Аналог із круглої труби (D=890мм, S=7мм)	$W_{x,y} = 4786,39$	190,72	149,71
5	Двотаври №55	$W_z = 6826,48$	343,05	269,29
6	Аналог із круглої труби (D=890мм, S=11мм)	$W_{x,y} = 6847,54$	298,34	234,19
7	Двотаври №60	$W_z = 8108,72$	381,82	299,78
8	Аналог із круглої труби (D=880мм, S=14мм)	$W_{x,y} = 8171,06$	374,09	293,66
9	Швелери №30В	$W_z = 1958,71$	167,54	131,52
10	Аналог із круглої труби (D=615мм, S=7мм)	$W_{x,y} = 1967,32$	131,32	103,09
11	Швелери 300x100x11	$W_z = 1918,74$	157,96	123,995
12	Аналог із круглої труби (D=610мм, S=7мм)	$W_{x,y} = 1933,00$	130,24	102,24
13	Кінцева балка (сер.)	$W_z = 619,74$	82,04	64,39
14	Аналог із круглої труби (D=375мм, S=5мм)	$W_{x,y} = 627,64$	57,08	44,81
15	Шворнева балка (сер.)	$W_z = 1356,31$	115,56	90,72
16	Аналог із круглої труби (D=500мм, S=7мм)	$W_{x,y} = 1361,79$	106,48	83,58
17	Проміжна балка	$W_z = 332,89$	47,01	36,89
18	Аналог із круглої труби (D=285мм, S=5мм)	$W_{x,y} = 335,70$	43,19	33,91

Також для перевірки правильності отриманих результатів був розроблений допоміжний графік (рис.3). З урахуванням того, що у якості головної міцнісної характеристики обиралися значення більшого моменту опору і по ньому підбирався аналог із круглої труби можна зробити висновок, що нова конструкція буде мати кращі міцнісні якості завдяки поліпшенню характеристик її складових.

Аналізуючи отримані та представлені у табл. 1 розрахункові результати, а також допоміжний графік (рис. 3) можна зробити висновок, що кращими міцнісно-масовими показниками будуть характеризуватися труби з більшим діаметром.

В табл. 2 представлені аналоги несучих елементів рам глухононних напіввагонів із труб круглого перерізу сортаменту [6].

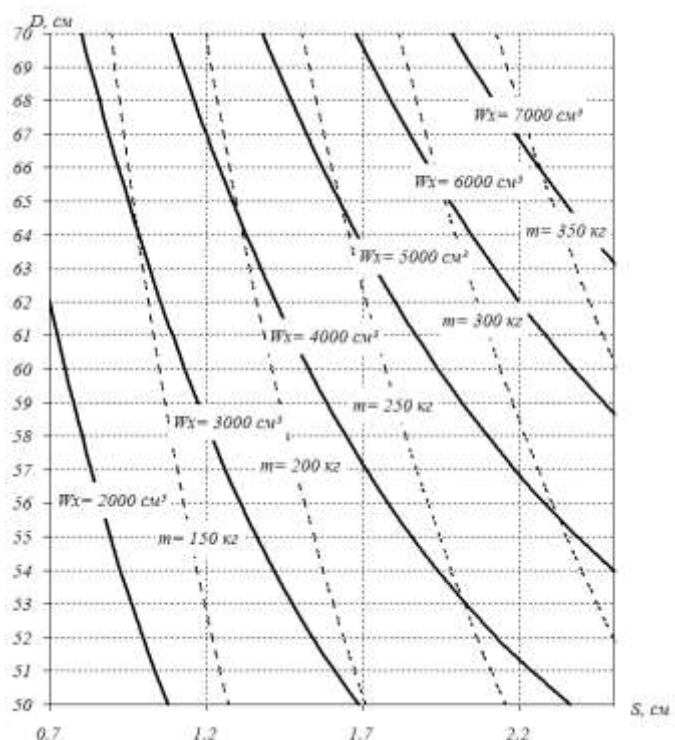


Рис. 3 - Допоміжний графік до визначення оптимальних значень показників перерізу круглої труби

----- лінії рівних значень  $m_{i\bar{a}} = f(D, S)$

————— лінії рівних значень  $W_{xy} = f(D, S)$

### Таблиця 2 - Аналоги несучих елементів рам

№ п/п	Назва конструкційного елементу	Момент опору елементу, $см^3$	Площа перерізу, $см^2$	Погонна маса, $кг/м$ пог.
1	Хребтова балка (D=630мм, S=0,7мм)	$W_{x,y}=2110,41$	137,00	107,55
2	Кінцева балка (D=377мм, S=6мм)	$W_{x,y}=638,46$	69,93	54,90
3	Шворнева балка (D=530мм, S=7мм)	$W_{x,y}=1484,21$	115,01	90,29
4	Проміжна балка (D=325мм, S=4,5мм)	$W_{x,y}=358,09$	45,31	35,57

Для перевірки працездатності впроваджуваних технічних рішень була розроблена комп'ютерна геометрична просторова модель прототипу рами глухонного напіввагону (рис.4). При її створенні також було прийнято до впровадження фігурне виконання по довжині хребтової балки, що дозволить понизити центр ваги загальної конструкції і відповідно поліпшити її динамічні властивості.

Результати аналізу розробленої та представленої на рис.4 комп'ютерної моделі з впровадженням її до загальної конструкції прототипу глуходонного напіввагону засвідчили доцільність проведених робіт та перспективність їх подальшого розгортання. Так було з'ясовано, що впровадження представленого на рис.4 виконання рами дозволить знизити тару напіввагону майже на 400кг з відповідним підвищенням вантажопідйомності, знизити її центр ваги, та підвищити майже на 10% значення навантажувального об'єму кузова.

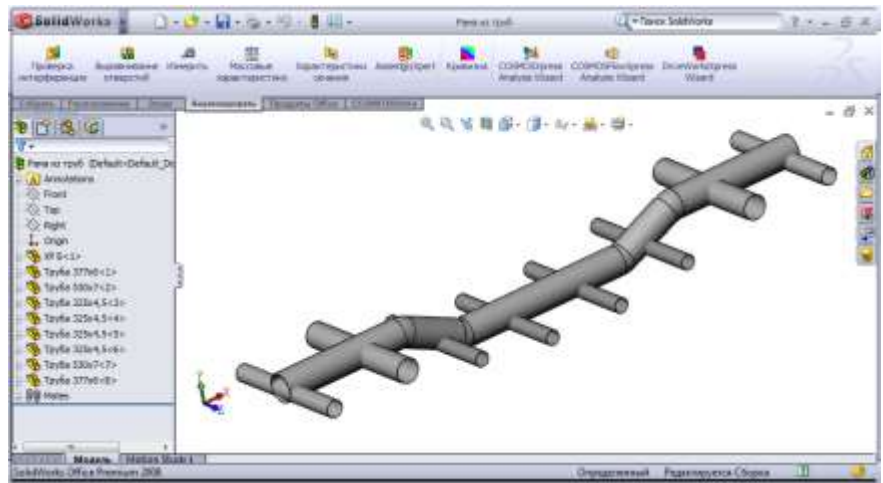


Рис. 4 - Просторова геометрична комп'ютерна модель прототипу рами спеціалізованого глуходонного напіввагону із круглих труб зі зниженим центром ваги

**Висновки і рекомендації щодо подальшого використання.** Результати проведених та представлених у статті досліджень підтверджують доцільність використання у якості несучих елементів рам вантажних вагонів круглих труб. Так впровадження розглянутих у статті як приклад технічних рішень дозволить знизити собівартість виготовлення та експлуатації залізничного глухонного напіввагону, за рахунок покращення динамічних властивостей його конструкції, а також зниження її матеріалоємності, і відповідних збільшень вантажопідйомності та навантажувального об'єму кузова, при виконанні умов міцності та експлуатаційної надійності.

По результатам работ подано заявку на винахід.

Наведені матеріали є основою для проведення подальших науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт з реалізації розглянутого актуального та важливого для залізничного транспорту України напрямку.

**Список літератури:** 1. *Ломотько Д. В.* Современный грузовой подвижной состав нового поколения как приоритетное направление развития украинских железных дорог / *Д. В. Ломотько* // Вагонный парк. – 2012. – Вып. 10 (67). – С. 6 - 7. 2. *Харитонов М. И.* Грузовые вагоны: Ч.1: Полувагоны и крытые вагоны/ *М. И. Харитонов, В. Н. Панкин.* – Хабаровск: Изд – во ДВГУПС, 2004. – 88 с. 3. *Харитонов М.И.* Грузовые вагоны: Ч.2: / *М. И. Харитонов, В.Н. Панкин.* – Хабаровск: Изд – во ДВГУПС, 2006. – 134 с. 4. *Фомін, О. В.* Оптимізаційне проектування елементів кузовів залізничних напіввагонів та організація їх виробництва: монографія/ *О.В.Фомін.* – Донецьк: ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2013 – 252с. 5. *Фомін, О. В.* Впровадження круглих труб в якості несучих елементів кузовів вантажних вагонів [Текст] / *О. В.Фомін, М. І. Горбунов, Р. Ю. Дьомін, В. В.Фомін, С. Д. Мокроусов* // Международный информационный научно-технический журнал «Вагонный парк». Харків. – № 8(77)/2013 С.23-25 6. ГОСТ Р 54157-2010 Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия. ОАО «РосНИТИ». Введен 2011.08.01. – 92с. 7. *Фомін, О. В.* Алгоритм визначення оптимальних геометричних параметрів складових елементів вантажних вагонів на основі узагальнених математичних моделей [Текст]/ *О. В. Фомін* // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Дніпропетровськ.2013

*Надійшла до редколегії 03.06.2013*

УДК 629.463.001.63

**Впровадження круглих труб в якості складових елементів рам вантажних вагонів/ Фомін О. В.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 38 (1011). – С.33-38 . – Бібліогр.: 7 назв.

В статье представлены результаты проведенных работ из рассмотрения возможности и целесообразности внедрения в качестве элементов рам грузовых вагонов труб круглого перерезу.

**Ключевые слова:** грузовой вагон, рама, трубы круглого сечения.

In the article the results of the conducted works are presented from consideration of possibility and expedience of introduction as elements of frames of freight carriages of pipes of round to the cut.

**Keywords:** freight carriage, frame, pipes of round section.